



III-215 - PROPOSTA DE UM PROTOCOLO DE REFERÊNCIA PARA GERENCIAMENTO DE RESÍDUOS DE EQUIPAMENTOS ELÉTRICOS E ELETRÔNICOS PARA O MUNICÍPIO DE BELO HORIZONTE

Rosana Gonçalves Ferreira Franco⁽¹⁾

Química. Especialista em Educação Ambiental pela Faculdade de Saúde Pública de São Paulo. Mestre em Saneamento, Meio Ambiente e Recursos Hídricos pelo Departamento de Engenharia Sanitária e Ambiental da Universidade Federal de Minas Gerais (DESA/UFMG). Analista Ambiental da Fundação Israel Pinheiro.

Liséte Celina Lange⁽²⁾

Química. Doutora em Tecnologia Ambiental pela Universidade de Londres-Inglaterra. Professora Associada do Departamento de Engenharia Sanitária e Ambiental da Universidade Federal de Minas Gerais.

Endereço⁽¹⁾: Rua Irai, 577 – Coração de Jesus - Belo Horizonte - MG - CEP: 30380-640 - Brasil - Tel: (31) 3344-4397 - e-mail: gf.rosana@gmail.com

Endereço⁽²⁾: Departamento de Engenharia Sanitária e Ambiental da Universidade Federal de Minas Gerais – Av. do Contorno, 842 – 7º andar – Belo Horizonte - MG – CEP:31110-060 – Brasil – Tel: (31) 3409-1039 – e-mail: lisete@desa.ufmg.br

RESUMO

O objetivo deste trabalho foi propor um protocolo de referência para o gerenciamento de resíduos de equipamentos elétricos e eletrônicos domésticos para o município de Belo Horizonte. A metodologia aplicada no desenvolvimento da presente pesquisa subdividiu-se em três fases, sendo a estimativa da geração dos REEE adotados como unidades de estudo, a quantidade e o peso dos materiais recicláveis e de substâncias tóxicas presentes; o diagnóstico do fluxo desses resíduos no município de Belo Horizonte e a elaboração do protocolo de referência para o gerenciamento de resíduos de equipamentos elétricos e eletrônicos doméstico, propriamente dito. Os resultados mostram que a estimativa de geração de 153.000 toneladas de resíduos para o período de 2008 a 2023 e que a principal destinação dada pelos consumidores particulares para o descarte desses resíduos é a doação. As visitas às cooperativas de catadores de materiais recicláveis, as empresas que comercializam sucatas e ao aterro sanitário de Belo Horizonte comprovam que esse resíduo existe em grande quantidade e o gerenciamento ambientalmente adequado é inexistente no município. Concluiu-se que o protocolo de gerenciamento desenvolvido e proposto nesta pesquisa poderá nortear não só o município de Belo Horizonte, mas também outros municípios brasileiros no gerenciamento adequado desses resíduos, contribuindo não apenas para a diminuição dos impactos causados pelo descarte inadequado, como também agregando maior valor de venda aos materiais triados.

PALAVRAS-CHAVE: resíduo eletrônico, reciclagem, protocolo de gerenciamento de REEE, gerenciamento de resíduos.

INTRODUÇÃO

Os resíduos de equipamentos elétricos e eletrônicos estão em processo de plena expansão, inclusive nos países em desenvolvimento. A redução dos preços de venda, a crescente inovação tecnológica e a diminuição do tempo de vida útil são alguns dos fatores que contribuem para o seu descarte.

Esse descarte gera um tipo específico de resíduo sólido urbano, os denominados resíduos tecnológicos, lixo *high tech*, e-lixo ou resíduos de equipamentos elétricos e eletrônicos (REEE).

A preocupação dos impactos ambientais desses resíduos se justifica pelo fato de que entre os componentes dos dispositivos eletrônicos existem substâncias e materiais tóxicos como chumbo, cádmio, mercúrio, bifenilas policloradas (PCBs) e éter difenil polibromados (PBDE), entre outros, assim como materiais que, ao serem incinerados em condições inadequadas, são percussores na formação de outras substâncias tóxicas como as dioxinas e os furanos (ROMAN, 2007).

Nos países em desenvolvimento, são raras as pesquisas sobre o tema, principalmente no que diz respeito à gestão adequada para esses resíduos. Nos países desenvolvidos, este tema é bastante estudado, com a



existência de regulamentações que incluem a responsabilidade do produtor sobre o gerenciamento dos seus produtos pós-consumo, assim como legislações sobre a restrição de uso de substâncias tóxicas na fabricação dos equipamentos eletrônicos.

Estudos apresentados por Rodrigues (2007) sobre o potencial de geração de REEE no Brasil para 2002 a 2016 mostraram média anual de geração que corresponde a 493.400 toneladas, representando esse total a média per capita de 2,6 kg/ano. A autora considera esta média per capita significativa, uma vez que a estimativa abrangeu somente uma parte das categorias de equipamentos elétricos e eletrônicos.

Em Belo Horizonte, os dados desta pesquisa estimam a geração de resíduos de 152.772 toneladas entre os anos de 2010 e 2023, somente entre aparelhos de refrigeração, televisores, computadores pessoais e telefones celulares, o que leva a pensar em uma quantidade maior de geração de resíduos.

Esse número expressivo, de posse de bens de consumo duráveis, induziu a questionar sobre o destino dado a esses produtos quando não mais úteis a seus possuidores; como esses resíduos estavam sendo gerenciados e por que esses resíduos necessitam de uma gestão especial. Assim, definiu-se o questionamento central desta pesquisa: como os resíduos de equipamentos elétricos e eletrônicos estão sendo gerenciados no município de Belo Horizonte?

Em função da consolidação do problema central enfocado, definiu-se, então, o objetivo principal deste estudo, que foi propor um protocolo de referência para o gerenciamento de resíduos de equipamentos elétricos e eletrônicos domésticos para o município de Belo Horizonte.

Para atender a essa questão central deste estudo, cumprindo, assim, o seu objetivo principal, foi necessário buscar respostas para vários problemas específicos, de forma a possibilitar a construção gradativa de conhecimento que viesse sustentar uma resposta ao problema central.

Dessa forma, foi necessário determinar a geração de resíduos de equipamentos elétricos e eletrônicos no município. Nesse momento deparou-se com a primeira dificuldade: a ausência de dados sobre a posse de equipamentos eletrônicos por domicílios, o que conduziu a um cálculo estimado de geração, pois os dados foram retirados da PNAD e a mesma fornece somente os dados por regiões metropolitanas.

Em um segundo momento, partiu-se para a determinação do fluxo dos resíduos no município. Para tanto, foram visitados e entrevistados vários atores, a saber: consumidores particulares; empresas que comercializam materiais recicláveis; cooperativas de catadores de materiais recicláveis; organizações assistenciais que trabalham com inclusão digital; empresas de triagem e descaracterização; locais de disposição final; e órgãos gestores municipais, estaduais e federais.

Fatores como falta de registros sobre a quantidade de resíduos eletrônicos recebidos pelos setores que comercializam materiais recicláveis e caracterização dos mesmos junto ao resíduo sólido urbano dificultaram a precisão da pesquisa. No entanto, foram feitos registros fotográficos mostrando a existência desse material e o gerenciamento inadequado dos mesmos.

Para a elaboração do protocolo de referência, fez-se um levantamento da estrutura atual da coleta de resíduos sólidos no município. Procurou-se sugerir adequações ao atual sistema de coleta e gerenciamento de materiais recicláveis do município, evitando-se investimentos elevados.

MATERIAIS E MÉTODOS

A metodologia aplicada no desenvolvimento da presente pesquisa subdividiu-se em três fases, conforme a FIG. 1, delimitadas de acordo com o objetivo geral e os objetivos específicos do trabalho, ou seja:

- Fase 1: estimar a geração de REEE, a quantidade e o peso dos materiais recicláveis e de substâncias tóxicas presentes nos equipamentos elétricos e eletrônicos (EEE) adotados como unidade de análise de estudo (refrigeradores e congeladores, aparelhos de televisão, computadores e telefones celular);
- Fase 2: diagnosticar o fluxo dos REEEs no município de Belo Horizonte;
- Fase 3: elaborar o protocolo de referência para o gerenciamento de REEEs domésticos para o município de Belo Horizonte.

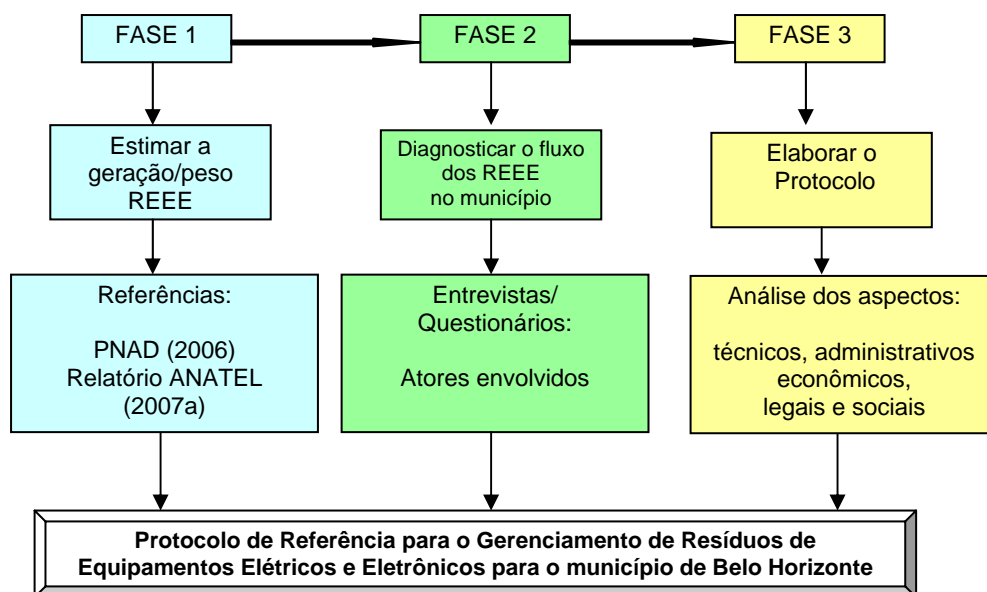


FIGURA 1 – Desenho da pesquisa.

A primeira fase correspondeu à estimativa da geração de REEE no município de Belo Horizonte. Para tanto, foram usados os dados obtidos por meio da Pesquisa Nacional por Amostra de Domicílio (IBGE, 2006) para os refrigeradores e congeladores, aparelhos de televisão e computadores. Para os telefones celulares, foram adotados os dados fornecidos pelo Relatório Anual da Agência Nacional de Telecomunicações (ANATEL, 2007a).

Antes do início da fase 2 da pesquisa, o projeto inicial foi submetido ao Comitê de Ética em Pesquisa da Universidade Federal de Minas Gerais (COEP/UFMG), sendo aprovado em julho de 2008 sob o número de registro CAAE – 0261.0.203.000-8. Após a aprovação, iniciou-se a coleta de dados.

A segunda fase objetivou diagnosticar o fluxo dos REEEs no município de Belo Horizonte. Primeiramente, delimitou-se a área de estudo; posteriormente, identificaram-se os atores envolvidos na cadeia pós-consumo desses equipamentos, que foram submetidos a entrevistas e/ou aplicação de questionários e os dados foram analisados, determinando-se, assim, o fluxo dos REEEs no município.

A partir dos dados consolidados da primeira e segunda fases, iniciou-se a terceira fase, que constou da elaboração do protocolo de referência para gerenciamento dos REEEs domésticos para o município de Belo Horizonte. Nesta fase foram analisados os aspectos técnicos, econômicos, administrativos, legais e sociais para implantação do plano de gerenciamento.

RESULTADOS

Fatores como a falta de dados históricos de vendas dos EEE; dados sobre a vida útil dos EEE em países em desenvolvimentos; ausência de dados sobre a quantidade de REEE descartados e a variação de massa e da composição dos materiais presentes nos EEE limitam a precisão da quantificação dos materiais presentes nos REEE.

Por essas razões para estimativa de geração de REEE no município de Belo Horizonte usou-se os dados obtidos nos relatórios da ANATEL (2007) para telefones celulares, do IBGE (2006) para refrigeradores, freezer, televisores e computadores pessoais. A TAB. 1 apresenta esses resultados.



TABELA 1
Estimativa do potencial geral dos REEEs

EQUIPAMENTOS	VIDA ÚTIL (anos)	PESO MÉDIO ¹ (kg)	No. APARELHOS (milhões)	RELAÇÃO DE DOMICÍLIOS ² (%)	REEE GERADOS (toneladas)	ANO PROVALVEL FVU
Refrigerador	15	53	1,44 ³	97	87.980	2.023
Freezer			0,22 ³	14		
Televisores	13	25	1,5 ³	97	37.500	2.021
Computadores	5	22	0,48 ³	32	10.560	2.013
Telefones celulares	2	0,1	2,32 ⁴		232	2.010

(1) média calculada a partir de pesquisa na internet.

(2) em relação ao total de domicílios, 1,490 milhões.

(3) Fonte: IBGE (2006);

(4) Fonte: Relatório ANATEL (2007b).

Considerando que a vida útil de um aparelho de refrigeração (congelador + refrigerador) é de aproximadamente quinze anos podemos considerar que até o ano de 2023 teremos somente na região metropolitana de Belo Horizonte (RMBH), aproximadamente, 1,66 milhões de aparelhos a serem descartados. Isto implicaria como demonstrado na TAB. 2, em um total de 87.930 t de resíduos de equipamentos de refrigeração o que corresponderia em, 56.835 t de metal, 537 t de CFC-11 e 12 e 1 t de mercúrio.

TABELA 2
Peso dos materiais presentes nos resíduos de aparelhos de refrigeração

MATERIAL	% em PESO ¹	TOTAL em TONELADAS ²
Metal	64,6	56.835
Plástico	30,5	26.834
Vidro	4,04	3.555
Óleo	0,19	168
CFC-11	0,4	352
CFC-12	0,21	185
Mercúrio	0,001	1
Total.....	99,941	87.930

(1) Fonte: US-EPA (2008).

(2) Fonte: dados da pesquisa.

Segundo IBGE (2006) a RMBH possui 1,5 milhões de domicílios com pelo menos um aparelho de televisão. Considerando o peso médio de um aparelho de 36 kg e vida útil de treze anos, teremos até o ano de 2021 um passivo ambiental de aproximadamente 54.000 t de materiais, como demonstrado na TAB. 3.

TABELA 3
Peso dos materiais presentes nos resíduos de aparelhos de televisão

MATERIAL	% em PESO ¹	TOTAL em TONELADAS ²
Vidro	47,6	25.704
Plásticos	14,7	7.938
PCI	5,6	3.024
Metais Preciosos	27,1	14.634
Cobre	4,8	2.592
Total	99,8	53.892

(1) Fonte: Kang e Schoenung (2005).

(2) Fonte: dados da pesquisa.

A estimativa de geração de resíduos para computadores pessoais e telefones celulares é de 10.560 t até o ano de 2013 e 232 t até o ano de 2010, respectivamente.



Na identificação do fluxo atual dos REEE no município de Belo Horizonte, foi constatado:

- Cooperativas de Catadores de Materiais Recicláveis: as cooperativas recebem todo tipo de EEE, alguns permitem a segunda vida (uso). Os EEE obsoletos são desmontados de forma precária, os materiais que podem ser reciclados são vendidos e os resíduos depositados junto aos resíduos sólidos domésticos que são destinados ao aterro sanitário municipal.
- Organizações sociais de inclusão digital: trabalham somente com recebimento de computadores pessoais, onde os mesmos são testados para identificar o potencial de conserto e a possível segunda vida. Os computadores que não passíveis de conserto são vendidos no mercado de sucatas e/ou armazenados para uso de suas peças.
- Empresas de triagem e descaracterização de REEE: não foi identificada nenhuma empresa deste segmento no município e/ou estado de Minas Gerais, sendo efetuada visitas técnicas as empresas localizadas em São Paulo. O foco das empresas visitadas é a descaracterização de EEE fornecidos por grandes geradores.
- Local de disposição final: o aterro sanitário do município de Belo Horizonte recebe este material misturado com os resíduos sólidos urbanos.
- Órgãos ambientais federais, estaduais e municipais: o tema em questão ainda não desperta a atenção do órgão municipal de gestão de resíduos sólidos. Os órgãos ambientais, federal e estadual já estão atentos ao problema e pesquisando medidas de gestão. Nota-se uma preocupação maior com os resíduos de computadores pessoais.
- Consumidores particulares: foi aplicado um questionário com o objetivo de conhecer os procedimentos adotados pelos consumidores particulares quanto ao destino dado aos EEE estudados, bem como o tempo que os mesmos levam para trocar estes aparelhos, período este denominado vida útil. Obteve-se o retorno positivo de 90 respondentes, sendo esses resultados apresentados na FIG. 2.

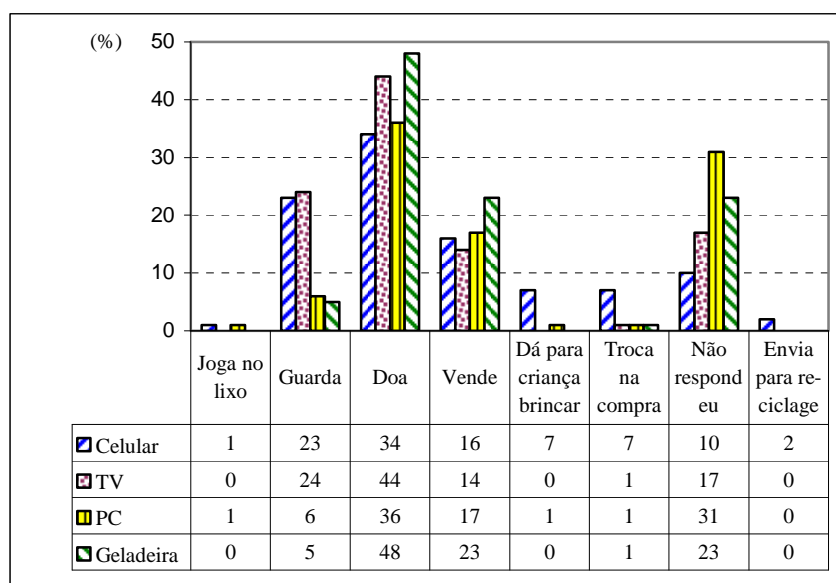


FIGURA 2 – Destinação dada aos aparelhos eletrodomésticos ao final de sua vida útil.

Os resultados indicaram que a principal destinação dada pelos respondentes para o descarte dos aparelhos celulares, TV, PC e geladeira, finda a vida útil, é a doação (34%, 44%, 36% e 48%, respectivamente).

Quanto à vida útil desses equipamentos, os dados mostraram um período de troca maior que dois anos para a maioria dos respondentes, sendo 53% a incidência no caso do telefone celular, e 57% para os computadores.

Já em relação às geladeiras, os resultados indicaram que 51% dos entrevistados trocam de aparelho num período de até 15 anos, e 23% num período maior que 15 anos. Quanto aos televisores, para 69% dos respondentes a vida útil desses aparelhos situa-se no período de até 15 anos, sendo somente para 8% acima de 15 anos.



Esses resultados mostraram-se compatíveis com os padrões de vida útil da EPA, padrões estes adotados nesta pesquisa para o cálculo da estimativa de geração de REEE, sendo 2 anos - celulares, 5 anos - computadores, 15 anos - refrigeradores e 13 anos - televisores.

Na proposta de um protocolo de referência para gestão de REEE doméstico optou-se pelo modelo de gestão compartilhada, onde fabricantes, municípios e consumidores organizacionais e particulares são responsáveis pela gestão desses resíduos. Como Centro de Triagem de REEE (CT-REEE) recomenda-se a parceria com as cooperativas de catadores de materiais reciclável presentes no município. A FIG. 3 apresenta o fluxograma para o Modelo de Gestão de REEE para o município de Belo Horizonte.

Os fabricantes/importadores transferem a responsabilidade de gestão dos REEEs para a entidade gestora. No entanto, cabe aos fabricantes integrar na concepção dos novos produtos os conceitos de *ecodesign*, como o uso sustentável de matérias-primas; a redução e/ou eliminação de substâncias perigosas; utilização de materiais recicláveis; aplicação de tecnologias e materiais que prolonguem a vida útil do EEE; facilidade de desmonte para reutilização de peças ou de diferentes parte para envio à reciclagem. Os distribuidores, em parceria com os fabricantes e importadores, deverão adotar o sistema “novo pelo velho”, encaminhando o material recolhido para os CT-REEEs. Em paralelo, orientar os consumidores sobre o destino ambientalmente correto desses resíduos.

Consumidores particulares e consumidores organizacionais devem assumir atitude ambientalmente sustentada, priorizando a reutilização dos EEEs, ou seja, verificando se o custo de reparo é inferior ao de um EEE novo; caso isto ocorra, fazer opção pelo conserto do equipamento. Se o EEE estiver tecnologicamente obsoleto para o primeiro consumidor, o mesmo poderá optar por doações a entidades sociais, principalmente no item de informática e telecomunicações. Os demais EEEs deverão ser avaliados quanto ao consumo energético, para utilização em uma segunda-vida. No caso de consumidores organizacionais quererem desfazer-se de grande quantidade de REEEs, deverão encaminhá-los diretamente ao CT-REEE.

Os ecopontos ou centros de recepção de REEE são os principais elos da rede de coleta dos REEEs, sendo fundamental promover a interação entre a infra-estrutura de gestão de resíduos sólidos municipal, os consumidores e os centros de triagem.

O sistema municipal de gestão de resíduos sólidos de Belo Horizonte apresenta a vantagem de já possuir as Unidades de Recebimento de Pequenos Volumes - URPVs, os Locais de Entrega Voluntário - LEVs e o sistema de coleta porta a porta. Estes podem ser adaptados às especificidades dos REEEs de modo relativamente fácil e economicamente viável.

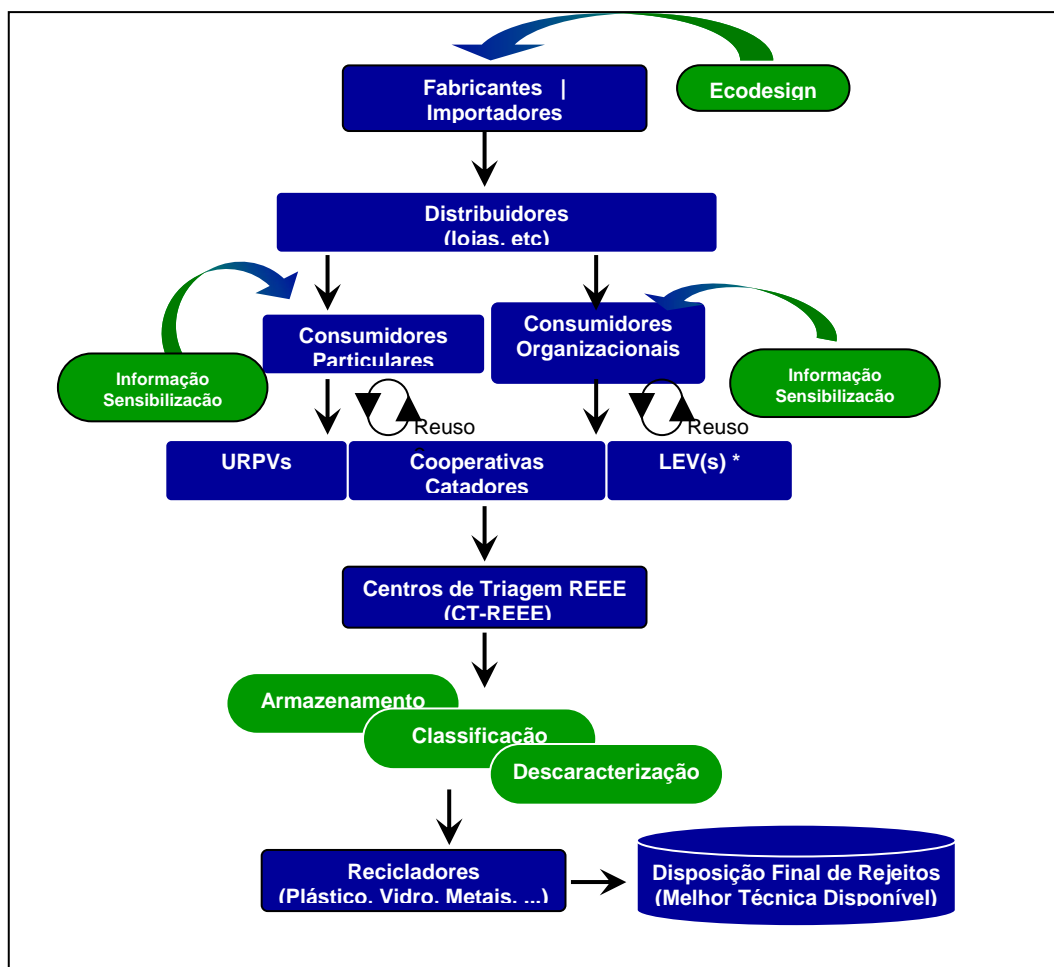


FIGURA 3 – Modelo de gestão de resíduos de equipamentos elétricos e eletrônicos para o município de Belo Horizonte.

A partir da proposta de gerenciamento de REEE para o município de Belo Horizonte apresentada neste trabalho e uma parceria com o programa Minas sem lixões do Governo do Estado de Minas Gerais, em novembro de 2008, elaborou-se um caderno temático direcionado a técnicos e agentes de prefeituras, sociedade civil organizada, empresas e outras organizações que desejam implantar um programa de coleta de REEE em seu município

CONCLUSÕES

Os resíduos de equipamentos elétricos e eletrônicos estão em processo de plena expansão, inclusive nos países em desenvolvimento. A redução dos preços de venda, a crescente inovação tecnológica e a diminuição do tempo de vida útil são alguns dos fatores que contribuem para o seu descarte.

Nos países em desenvolvimento, são raras as pesquisas sobre o tema, principalmente no que diz respeito à gestão adequada para esses resíduos. Nos países desenvolvidos, este tema é bastante estudado, com a existência de regulamentações que incluem a responsabilidade do produtor sobre o gerenciamento dos seus produtos pós-consumo, assim como legislações sobre a restrição de uso de substâncias tóxicas na fabricação dos equipamentos eletrônicos.

Um dos fatores do sucesso dos sistemas de gerenciamento de REEE em países desenvolvidos se deve ao fato da legislação vigente adotar o princípio da responsabilidade estendida do produtor, o que leva o fabricante a desenvolver equipamentos a partir do conceito de *ecodesign*, investir em pesquisas de reciclagem dos materiais e adotar a logística reversa.



No Brasil, foram encontrados alguns sistemas pontuais de gestão formal para computadores e aparelhos de celular, bem como seus acessórios. Os demais aparelhos eletrônicos são descartados junto ao lixo domiciliar.

As empresas fornecedoras de telefones celulares no Brasil possuem canais reversos estruturados para o retorno da bateria, do aparelho celular e seus acessórios, por meio das lojas de assistência técnica e pontos de venda. Quando coletados, são enviados para empresas recicladoras, a fim de ser efetuado o retorno do material ao ciclo produtivo, porém a divulgação para os usuários ainda é deficiente.

As iniciativas de gestão para os computadores pessoais são pontuais e partem de organizações não-governamentais que incluem a capacitação de jovens com vulnerabilidade social em projetos de condicionamento das máquinas para fomento da inclusão digital, no entanto, os resíduos eletrônicos gerados nesses projetos não possuem destinos ambientalmente adequados.

No estado de São Paulo existem empresas de gestão de resíduos e entre seus processos está inserida a descaracterização de equipamentos eletrônicos. Seus clientes são fabricantes de equipamentos eletrônicos que, por motivos diversos, precisam retirar do mercado equipamentos ainda sem uso ou empresas que possuem certificação ambiental e necessitam dar um destino ambientalmente correto para seus resíduos. As empresas visitadas não recebem esse material de pontos de coleta seletiva dos municípios ou de pequenos geradores.

Não foi localizada nenhuma empresa de gestão de resíduos eletrônicos no município de Belo Horizonte e, ou, no estado de Minas Gerais, o que caracteriza um campo para implantação desse setor empresarial no estado.

A estimativa de geração calculada mostra a necessidade de se programar um sistema de gerenciamento de REEE no município de Belo Horizonte. Considerando a vida útil dos aparelhos, tem-se: aparelho de refrigeração (congelador + refrigerador) - até o ano de 2023 haverá o total de 87.930 t de resíduos; aparelhos de televisão, até o ano de 2021 será um passivo ambiental de aproximadamente 54.000 t de materiais; computadores pessoais e telefones celulares - será de 10.560 t até o ano de 2013 e 232 t até o ano de 2010, respectivamente.

Os resultados indicaram que a principal destinação dada pelos consumidores particulares para o destino dos aparelhos celulares, TV, PC e geladeira, finda a primeira vida útil, é a doação (34, 44, 36 e 48%, respectivamente), o que não implica destinação adequada dos mesmos, uma vez que esta alternativa pode ser interpretada como uma maneira de transferir o problema de gestão para o outro usuário.

As visitas às cooperativas de catadores de materiais recicláveis, às empresas que comercializam sucatas e no local de disposição final de resíduos comprovam que esse material existe em grande quantidade e o gerenciamento ambientalmente adequado é inexistente.

Os impactos ambientais negativos decorrentes da disposição inadequada dos resíduos de equipamentos elétricos e eletrônicos, bem como a perda econômica, proveniente da não valorização dos materiais recicláveis presentes na sua composição, são questões vitais e que merecem especial atenção da sociedade civil, dos órgãos ambientais, do governo, dos acadêmicos e da iniciativa privada.

A infra-estrutura de coleta específica desses resíduos é inexistente no município. As alternativas existentes, até o término da presente pesquisa, para o descarte dos equipamentos elétricos e eletrônicos pós-consumo são: a disposição para coleta junto aos resíduos domiciliares; as operações especiais dos serviços de limpeza urbana como os bota-fora ou a entrega nas unidades de recebimento de pequenos volumes, nos quais são dispostos os eletrodomésticos de grande porte, no entanto, o destino final será o aterro sanitário; a doação direta a catadores que destinam os materiais às cooperativas de materiais recicláveis ou a disposição junto aos outros materiais recicláveis em pontos de entrega voluntário.

Neste contexto, a implantação de um plano de gerenciamento para os resíduos de equipamentos elétricos e eletrônicos gerados no município de Belo Horizonte se justifica para que se possa dar a destinação e valorização ambientalmente adequada a esses resíduos em crescente expansão.



REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. AGÊNCIA NACIONAL DE TELECOMUNICAÇÕES – ANATEL. Relatório Anual, 2007. Disponível em: <http://www.anatel.gov.br/hotsites/relatorio_anual_2007/cap_03.htm>. Acesso: 22.jan.2008.
2. ENVIRONMENTAL PROTECTION AGENCY – EPA. Electronic Waste Management in the United States, Approach 1 e 2, April 2007.
3. INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA - IBGE Pesquisa Nacional por Amostra de Domicílios – PNAD- 2006. Rio de Janeiro: IBGE, 2006
4. KANG, H.Y.; SHOENUNG J.M. Electronic waste recycling: A review of U.S. infrastructure and technology options. *Resources Conservation & Recycling*, Elsevier, v.45, p.368-400, 2005.
5. RODRIGUES, A.C. Impactos socioambientais dos resíduos de equipamentos elétricos e eletrônicos: estudo da cadeia pós-consumo no Brasil. Dissertação - Universidade Metodista de Piracicaba, Faculdade de Engenharia, Arquitetura e Urbanismo, Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção, São Paulo, 2007.
6. ROMAN, G. Diagnóstico sobre la generación de basura electrónica. Instituto Politécnico Nacional México, Centro Interdisciplinario de Investigaciones y Estudios sobre Medio Ambiente y Desarrollo México D.F., 2007.